

**FÄRBERISCHE DIAGNOSTIK
KARIÖSER ZAHNSUBSTANZEN**

von

LUTZ DIETRICH SCHUBERT

aus

Hohenmölsen

1975 M 2 54

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung
und Parodontologie
der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. A. Kröncke

**FÄRBERISCHE DIAGNOSTIK
KARIÖSER ZAHNHARTSUBSTANZEN**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von

LUTZ DIETRICH SCHUBERT

aus

Hohenmölsen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin der
Universität Erlangen - Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. A. Kröncke

Tag der mündlichen Prüfung: 02. Juni 1975

Es sei mir gestattet, mich an dieser Stelle für die
Überlassung des Themas und die freundliche Beratung
bei Herrn Prof. Dr. A. Kröncke zu bedanken.

Außerdem gilt mein Dank Frau von Lucke
und Frau Flach aus der Kieferklinik, die mir
bei den fotografischen Arbeiten geholfen haben.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Bisher durchgeführte Untersuchungen (Literaturübersicht)	2
III. Untersuchungen an Zahnschnitten	9
1) Material und Methoden	
2) Ergebnisse und Diskussion	
IV. Untersuchungen an vollständigen Zähnen.	18
1) Material und Methoden	
2) Ergebnisse und Diskussion	
V. Klinische Untersuchungen	23
1) Material und Methoden	
2) Ergebnisse und Diskussion	
VI. Schlußfolgerungen	26
VII. Zusammenfassung	29
VIII. Schrifttum	30

I. EINLEITUNG

Eine Differenzierung zwischen kariös erweichtem und kariesfreiem Dentin nach üblichen klinischen Beurteilungskriterien, also Verfärbung und Härteprüfung mittels Sonde, birgt bekanntlich große Fehlermöglichkeiten und reicht im Grenzbereich oft nicht aus. Aus diesem Grunde wurden wiederholt Versuche unternommen, kariös verändertes Dentin zur Verbesserung der klinischen Diagnostik anzufärben.

Leider waren diese Färbemethoden aus verschiedensten Gründen in der täglichen Praxis nicht oder nur bedingt verwendbar. Neuerdings befaßte sich FUSAYAMA (1972) mit dieser Problematik. Er verwendete dazu eine 0,5 %ige basische Fuchsin-Propandiol-(1. 2) Lösung. Mit ihr konnte er in vitro gezielt kariöses Dentin anfärben. Die Färbemethode ist so spezifisch, daß sogar vitale, zur physiologischen Rekalzifikation fähige kariöse Dentinschichten sicher von biologisch toten, bakteriell infizierten und nicht rekalzifizierbaren Anteilen zu differenzieren sind.

Für die praktische Kariesbehandlung wären diese Ergebnisse auch insofern bedeutungsvoll, als sich speziell bei Caries profunda in vielen Fällen eine mechanische Irritation bzw. eine Freilegung der Pulpa mit mit allen ihren Konsequenzen vermeiden ließe. Untersuchungen zur klinischen Verwendbarkeit wurden von FUSAYAMA nicht beschrieben. Hieraus ergab sich für uns die Fragestellung, ob es nicht möglich sei, mit dieser in vitro beeindruckenden Färbemethode zu einer auch klinisch verwendbaren Lösung zu kommen. Untersuchungen dazu sind Inhalt dieser Arbeit.

II. Bisher durchgeführte Untersuchungen (Literaturübersicht)

Der Gedanke, durch eine diagnostische Färbemethode kariöse Zahnhartsubstanzen von nicht kariösen zu differenzieren, wurde in Fachpublikationen schon relativ früh geäußert. Verschiedene Farbstoffe wurden empfohlen.

So gibt REBEL (1947) an, kariöse Läsionen mit Höllenstein oder amoniakalischer Silbernitratlösung nach HOWE (1917) bzw. Kupfersulfat zu behandeln. Höllenstein und Silbernitratlösung sollen avitale und entkalkte Zahnhartsubstanzen intensiv schwarz färben. Kupfersulfat färbt dagegen gesundes Dentin schwach grün an, erweichte kariöse Zahnhartsubstanzen nehmen hingegen keine Farbe an, d. h. sie entfärben Kupfersulfat. Als besonders gut geeignet wird die amoniakalische Silbernitratlösung hervorgehoben; gleichzeitig aber auch zur Vorsicht geraten, da die Möglichkeit besteht, daß AgNO_3 auch in intakte Zahnhartsubstanzen eindringen kann und es zu einer damit verbundenen sekundären unerwünschten Verfärbung kommt (WANNENMACHER u. a.). Diese experimentellen Erfahrungen treffen auch für in vivo-Untersuchungen, also für den lebenden Zahn, zu. SZABO, der die ersten wissenschaftlichen Untersuchungen mit AgNO_3 anstellte, und CAHN bestätigen dies. HOWE, BOOTH und RICHARDS verneinen dagegen ein Eindringen von Silbernitrat in gesunde Zahnschubstanzen.

Trotz allem schließen die meisten Autoren eine Irritation der Pulpa (Ätzwirkung) mit allen ihren Konsequenzen nach einer Behandlung mit AgNO_3 bei pulpanahen Defekten, also Caries profunda, nicht aus. Erkannt wurde aber (PRIME), daß die üblichen klinischen Beurteilungskriterien, also Verfärbung und Härteprüfung mittels Sonde (Klanggefühl), große Fehlermöglichkeiten bergen. Auf Grund dessen

wurde ammoniakalische AgNO_3 Lösung langezeit als Mittel der Wahl, allerdings unter Berücksichtigung der schon erwähnten Bedenken, angesehen.

MEYER (1955) und WALKOFF - HESS (1960) führten als Indikator zur Feststellung entkalkten bzw. nicht entkalkten Dentins Jod - Jodkaliumlösung ein (Jod 1.0 g, Kaliumjodid 1.0 g, Aqua dest. 15.0 g). Kariöses Dentin wird dunkelbraun gefärbt.

MAC GREGOR (1961) beschreibt eine Methode in vitro, die die Menge und die Verteilung von Säuren in kariös veränderten Zahnhartsubstanzen zeigen soll. Dabei fanden Farbindikatoren Verwendung, die in vitro auf Zahnschliffpräparaten aufgetragen wurden. 0,5 %ige wäßrige Methylrotlösung erwies sich als geeigneter Indikator. Es erfolgt in sauren Bereichen ein Farbumschlag ins Rote. Es wurde gezeigt, daß der pH-Wert kariös veränderter Zahnhartsubstanzen weit niedriger ist als in gesunden Schichten.

An entkalkten Zahnschnittpräparaten konnte mit Hilfe der Gramfärbung gezeigt werden, daß die Demineralisation durch überwiegend saure bakterielle Stoffwechselprodukte stets der eigentlichen bakteriellen Invasion vorausgeht. (MAC GREGOR, MARSLAND und BATTY 1956).

Akute Karies zeigt stärker sauer reagierende Bezirke als chronische. Gleiche Reaktionen findet man auch bei älteren Füllungen mit Randspalt.

Interessant ist, daß bei nur auf den Schmelz beschränkter Karies trotzdem schon Auswirkungen im Sinne einer sauren Reaktion im Dentin zu finden sind.

Oft wird aber auch keine sogenannte saure Reaktion im Dentin gefunden, Bakterien sind ebenfalls nicht vorhanden; trotzdem ist histologisch bereits eine deutlich veränderte Zone im Dentin nachweisbar. Diese Beobachtungen legen die Annahme nahe, daß die histologisch oder färberisch nachweisbaren Veränderungen in noch nicht bakteriell infizierten Hartsubstanzanteilen überwiegend auf das Ergebnis saurer bakterieller Stoffwechselprodukte und auf die nachfolgenden biologischen Reaktionen des gesunden Dentins zurückzuführen sind.

KÖNIG (1966) färbte in vitro kariöse Läsionen ganzer Zähne nach GOMORIS Silberimprägnationsmethode (1940). Sie beruht auf folgendem Prinzip: alkohol - bzw. formalinfixierte Zähne werden mit 1/4 - 1/2 %iger Silbernitratlösung gefärbt und mit Natriumthiosulfat reduziert. Kariöse Stellen werden tief schwarz gefärbt. Schnitte oder Schliffpräparate dagegen färbte er mit Schiff's Reagenz. Gesundes Dentin und gesunder Schmelz bleiben ungefärbt, kariöses Dentin und unreifer Schmelz färben sich intensiv rot.

MILTON und WIRTHLIN (1970) untersuchten die Beziehungen von Säurereaktionen, Erweichung und bakterieller Invasion im kariösen menschlichen Dentin. Die Autoren versuchten in vitro durch selektiv wirksame Farbstoffe die Reihenfolge dieser kariösen Veränderung des Dentins färberisch zu demonstrieren und wollten damit auch auf chemische Unterschiede (z. B. pH) der einzelnen Zonen hinweisen. Sie verwendeten als Farbindikatoren 0,02 %ige Methylrotlösungen (für pH-Bestimmungen von 4,2 (rot) bis 6,3 (gelb)), 0,1 %ige Lackmusfarblösung (pH 4,4 (rot) bis 6,2 (blau)) sowie 1,0 %ige Ninhydrinlösung zur Darstellung destruktiver organischer Veränderungen. - Untersucht wurden frische und formalinfixierte Zahnpräparate, die für vergleichende Untersuchungen teils exkaviert und teils nicht exkaviert gefärbt wurden.

Mit Methylrot konnte, wie MAC GREGOR (1961) schon bewiesen hatte, demonstriert werden, daß eine sauer reagierende Zone regelmäßig vor der eigentlichen bzw. klinisch feststellbaren Erweichung und auch immer vor der bakteriellen Invasion zu finden ist. -

Unterschiede bei Färbung mit Methylrot an frischen und formalinfixierten Zähnen wurden nicht festgestellt. Eine Ausnahme bildeten kariöse Schmelzläsionen, die sich nach Formalinfixation nicht so auffällig hellrot anfärben ließen.

Schnittpräparate, die selektiv mit Methylrot auf unterschiedliche pH - Werte im Bereich des kariösen Defekts untersucht wurden, zeigten im gesamten Bereich eine einheitliche Färbung (rot, orange oder gelb). Mit diesen spezifischen pH - Indikatorlösungen ließ sich keine Zonierung im kariösen Bereich finden, die auf unterschiedliche pH - Werte zurückzuführen war. Eine Ausnahme machten wiederum Schmelzläsionen, die stets hellrot angefärbt waren.

Über 50 % der exkavierten halben Zähne ergaben im Vergleich zu anderen nicht exkavierten Hälften, daß die Exkavation teilweise sehr deutlich über die mit Methylrot feststellbare Grenze des kariösen Dentinbezirks in Richtung Pulpa hinausreichte.

Mit dem ebenfalls basischen Lackmusfarbstoff ließ sich erweichtes kariöses Dentin nicht anfärben. -

1,0 %ige Ninhydrinlösung (Färbung bei 37° und 24 Stunden Einwirkung) ergab folgende Farbergebnisse: Oberflächlich wurde kariöses Dentin braun gefärbt. Darauf folgte eine große Zone von bernstein-gelber Farbe, die sich bei länger andauernder Luftzufuhr violettblau veränderte. Dem schloß sich ein Streifen orangerot gefärbten kariösen Dentins an. Der Übergang zum normalen Dentin war zinnoberrot angefärbt. -

Eine Exkavation nach klinisch üblichen Beurteilungskriterien ergab, daß in der Regel bei den mit Ninhydrin gefärbten Präparaten kariöses Material bis zu gelb oder auch leicht rötliche gefärbten Anteilen entfernt wurde. Ein schmales Farbband blieb fast regelmäßig zurück.

MILLER und MASSLER (1962) waren auf Grund ihrer Untersuchungen der Meinung, daß die tiefen auf Ninhydrin positiv ansprechenden Veränderungen (Stoffwechselstörungen) in der Regel sogar noch vor sauer reagierenden bakterienfreien Zonen liegen. -

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch RICKLĚS und WEIGEL (1959). Sie fanden, daß Bromkresolgrün und Ninhydrin vergleichbare kariös veränderte Dentinanteile färberisch erfaßten. Praktisch wurden alle kariösen Zonen ohne signifikante selektive Unterschiede bis zum gesunden Dentin hin erfaßt, also auch die durch saure bakterielle Stoffwechselprodukte erreichte Zone, die der eigentlichen Erweichung und der bakteriellen Invasion vorausgeht.

Mit Ninhydrin lassen sich die Aminosäuren bzw. Proteine der durch Karies destruktiv veränderten organischen Dentinmatrix, die freie Amino- und Carboxygruppen enthalten, darstellen (blau).

Prolin und Hydroxyprolin, die Aminogruppen enthalten, werden rot gefärbt. Die Färbung ist aber relativ labil und wird schnell gelblich.

FUSAYAMA und TERASHIMA (1972) untersuchten mehrere Farbstoffe in verschiedenen Lösungsmitteln in vitro auf ihre Fähigkeit, kariöse Zahnhartsubstanzen von nicht kariösen zu differenzieren. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, die zwei Schichten des kariösen Dentins, d. h. eine nicht rekalkifizierbare avitale von der physiologisch rekalkifizierbaren, noch vitalen Schicht färberisch eindeutig zu trennen

(MAC GREGOR, 1961; KATO und FUSAYAMA 1960). Als am besten geeignet erwies sich für diesen Zweck in vitro eine basische 0,5 % Fuchsin-Propandiol-(1,2)-Lösung.

Histologische Untersuchungen an frisch extrahierten und auch an formalinfixierten Zahnpräparaten brachten Aufschluß über die Relation der Farbmarkierung zu den einzelnen Zonen der Dentinkaries, zur bakteriellen Invasion und natürlichen Verfärbungen. Dabei ergab sich, übrigens unabhängig davon, ob das Präparat von frisch extrahierten oder fixierten vitalen Zähnen stammte, folgende Verteilung von der Pulpa aus gesehen:

1. gesundes Dentin

2. beginnende Erweichung und partielle Demineralisation durch saure bakterielle Stoffwechselprodukte. In dieser Schicht befanden sich meist mikroskopisch mehr oder minder ausgeprägte natürliche Verfärbungen, besonders deutlich auch makroskopisch sichtbar bei chronisch verlaufenen kariösen Prozessen.

Diese Dentinverfärbungen sind, wie schon SINICYN und JAICERA (1971) zeigten, nicht unmittelbar auf die Lebenstätigkeit der Bakterien zurückzuführen, sondern sind durch den Zerfall von Thyrosin und seiner Umwandlung in Melanin bedingt, also Stoffwechselstörungen in den Odontoblastenfortsätzen.

Die Anhäufung von SH-Gruppen in schmelznahen Bereichen z. B. deutet auf die Störung der Redox - Vorgänge und qualitative Veränderungen im Kollagenkomplex hin. Diese Schicht ist aber praktisch noch zu einer vitalen Reaktion im Sinne einer aktiven Remineralisation fähig (KATO, FUSAYAMA, 1960)

Diese Tatsache könnte für die Praxis in sofern bedeutungsvoll sein, als durch Belassen dieser Schicht, speziell bei Caries profunda, weitgehende endodontische Behandlungsmaßnahmen zu umgehen wären.

Dem schloß sich

3. eine nicht rekalkifizierbare kariöse Dentinschicht an. In dieser sind auch die ersten Spuren der Bakterieninvasion zu finden. Dieses kariöse Dentin ist biologisch tot und kann nur in günstigen Fällen exogen durch Zutritt von Ionen z. B. des Speichels, teilweise remineralisiert werden.

Darüber fanden sich

4. massive Erweichungen und Detritus sowie Kavernenbildung also schwerste Veränderungen, oder aber anders ausgedrückt:

Der Entkalkung folgt unmittelbar Auflösung und Erweichung der organischen Grundsubstanz mit Massen an Mikroorganismen.

Die Farbmarkierung mit 0,5 %iger basischer Fuchsin-Propandiol(1,2)-Lösung erfaßte histologisch relativ klar nachweisbar die unter 3. und 4. angegebenen Strukturen. Kurz gesagt, vitale zur physiologischen Rekalkifikation fähigen Dentinschichten würden sicher von biologisch toten nicht rekalkifizierbaren Anteilen differenziert.

Die Autoren erkannten die Bedeutung dieser Tatsache für die Praxis. Bekanntlich gab es je bisher keine sichere klinische Methode, zwischen den oben beschriebenen kariösen Dentinschichten zu differenzieren. Speziell bei Caries profunda läßt sich auf diese Weise in vielen Fällen eine mechanische Irritation bzw. sogar eine Freilegung der Pulpa mit allen ihren Konsequenzen vermeiden. Untersuchungen in vivo wurden aber nicht durchgeführt.

III. Untersuchungen an Zahnschnitten

1. Material und Methoden

Die Methodik dieser Untersuchungen basiert im wesentlichen auf den von FUSAYAMA (1972), MILTON und WIRTHLIN (1970) sowie MAC GREGOR (1961) gemachten Erfahrungen.

Eine größere Anzahl kariöser Zähne wurde zwischen 1 Stunde und 8 Tagen in 10 %iger Formalinlösung fixiert.

Besonderer Wert wurde auf Zähne gelegt, die unmittelbar vor der Extraktion noch vitale Reaktionen zeigten, d. h. daß die Karies noch nicht vollständig bis zur Pulpa vorgedrungen war. Ein Teil dieser Zähne wurde halbiert. Die erste Hälfte des Zahnes wurde folgendermaßen behandelt.

Fixierung: s. o. (10 %ige Formalinlösung 1 Std. bis 8 Tage)

Aufbereitung:

Die Bruchfläche des Präparats wird vorsichtig von Hand mit Schleimkreide auf einer Glasplatte geglättet.

Spülung mit Aqua dest.

Diese Manipulation sollte möglichst schonend durchgeführt werden, um noch objektive Vergleichsmöglichkeiten zu anderen Zahnhälften zu haben.

Färbung:

5 sec mit 0,5 %iger basischer Fuchsin-Propandiol (1. 2)-Lösung. Die Präparate werden sodann kurz (1 - 2 min.) in destilliertem Wasser und anschließend etwa 30sec in 1%iger Essigsäure gewaschen, dann Spülung mit destilliertem Wasser.

Nach Auswertung können die Zahnpräparate anschließend einige Zeit in 10 %iger Formalinlösung aufbewahrt werden.

Ergebnis:

Ein kräftig roter Farbniederschlag zeigt die Zone avitalen infizierten kariösen Dentins an (Abb. 1).

Die Fuchsinfarbmarkierung wurde dann mit einem Auflichtmikroskop auf ihre Beziehung zur natürlichen Verfärbung sowie dem gesunden Dentin untersucht und metrisch erfaßt.

Die zweite Zahnhälfte wurde wie folgt behandelt:

Fixierung: wie oben

Entkalkung:

In 10 %igem EDTA (Dinatriumsalz der Äthylendiamintetraessigsäure) bei ungefähr 4°C , ca. 14 Tage, tägliches Wechseln der Entkalkungsflüssigkeit.

Schneiden

Kryostatschnitte bei ca. minus 20°C ., etwa $20\text{ }\mu$ dick.

Auftauen der Schnitte bei Zimmertemperatur.

Färbung

nach GRAM - Karbol - Gentianaviolett 2 min.

Jod - jodkalium 2 min.

Entfärbung mit 96 %igem Alkohol bis keine Farbwolken mehr abgehen.
Spülung mit destilliertem Wasser.

(Auf Gegenfärbung zur Darstellung eventueller gramnegativer (rot) Bakterien wurde verzichtet).

Ergebnis

Dunkelblau gefärbte grampositive Bakterien (bakterielle Invasion).

Die am tiefsten in die Dentinkanälchen eingebrochenen Bakterien wurden

unter dem Meßmikroskop auf ihre Beziehungen zur natürlichen Verfärbung sowie zum gesunden Dentin hin untersucht und mit der anderen Fuchsin-Propandiol gefärbten Zahnhälfte verglichen. (siehe unten)

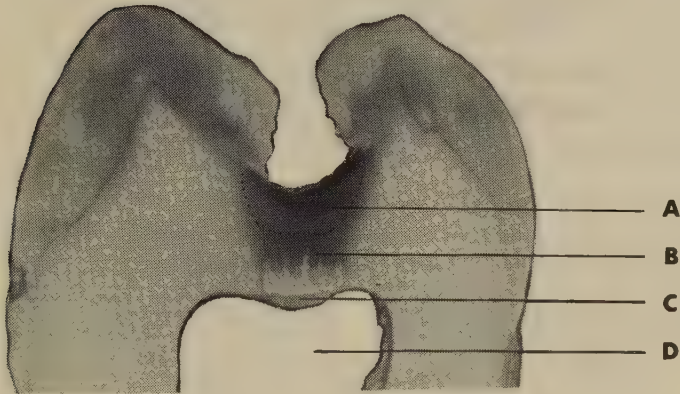


Abb. 1

Schliff eines frisch extrahierten, kariösen menschlichen Zahnes und Färbung mit 5% iger basischer Fuchsin-Propandiol-Lösung.

- A: Fuchsin-Farbmarkierung
- B: natürliche Verfärbungen
- C: Sekundär-Dentin
- D: Pulpahöhle

2. Ergebnisse und Diskussion

Metrische Untersuchungen der Beziehungen zwischen natürlicher Verfärbung, bakterieller Invasion und der Fuchsinfärbung.

Methode: extrahierte menschliche Zähne wurden halbiert, die eine Hälfte wurde mit Fuchsin-Propandiol-Lösung nach FUSAYAMA gefärbt, die zweite Hälfte des selben Zahnes wurde entkalkt, geschnitten und gramgefärbt. Am nicht entkalkten halben Zahn ließen sich Fuchsinfärbefront und natürliche Verfärbung gut beobachten und mikroskopisch ausmessen; an der zweiten gramgefärbten Hälfte die Tiefe der bakteriellen Invasion.

Tabelle 1:

Beziehungen zwischen Farbmarkierung bakterieller Invasion und natürlichen Verfärbungen bei acuter und chronischer Karies.

METRISCHE AUSWERTUNG (alle Angaben in μm)

Präparat-Nr.	Zone der bakt. Invasion	Fuchsin-Propandiol Farbmarkierung	natürliche Verfärbung
	1	1070	725
	2	1200	500
	3	650	525
	4	1150	925
	5	1825	1000
Caries	6	1700	850
	7	1350	1000
acuta	8	950	750
	9	1800	1150
	10	1400	1050
	11	1250	1100
	12	1025	400
	13	725	600
	14	1300	950
Φ -Werte		1242,50	823,20
	15	1525	1500
	16	500	550
	17	450	400
	18	425	175
	19	600	550
Caries	20	1200	1100
	21	550	500
chro-	22	1575	1500
	23	250	200
nica	24	1125	925
	25	625	1000
	26	1300	1000
Φ -Werte		843,75	783,33

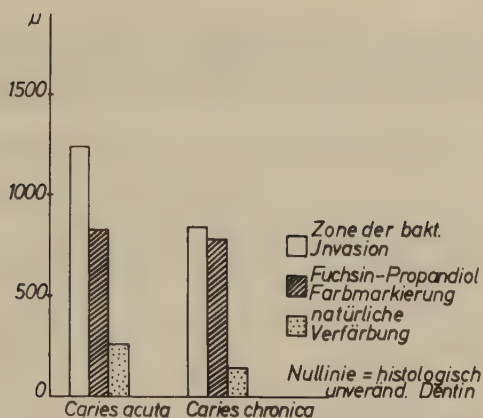


Abb. 2

Die Beziehungen zwischen natürlicher Verfärbung, bakterieller Invasion und der Fuchsin-Farbmarkierung.

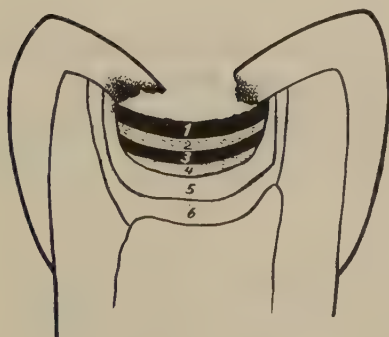


Abb. 3

Schematische Darstellung der Karieszonen im Dentin.

1. Zone der Erweichung und Kavernenbildung.
2. Zone der Entkalkung
3. Zone der Pionierpilze (Vorpostenbakterien)
4. Zone der Trübung
5. Zone der Transparenz
6. Zone der vitalen Reaktionen (modif. nach Furrer)

Eine Färbung mit 0,5 % iger Fuchsin-Propandiol-Lösung erfaßte regelmäßig die Zonen 1-3.

Beziehungen zwischen Härte, Verfärbungen sowie bakterieller Invasion und einer möglichen Rekalzifikation bestimmter Dentinschichten

Beim kariösen Prozeß am vitalen Zahn findet man den Beginn von ersten Veränderungen der organischen Dentinmatrix und partieller Dekalzifikation immer als unterste pulpanächste Schicht. Darüber finden sich natürliche Verfärbungen, bakterielle Invasion und schließlich massive Gewebsauflösung mit Massen von Mikroorganismen (FUSAYAMA, OKUSE, HOSODA, 1966).

Mit Hilfe der Gramfärbung läßt sich an entkalkten Zahnschnittpräparaten histologisch eindeutig darstellen, daß die beginnende Entkalkung durch überwiegend saure bakterielle Stoffwechselprodukte stets der eigentlichen bakteriellen Invasion vorausgeht (MAC GREGOR, 1961). KATO und FUSAYAMA (1960) untermauerten diese Feststellungen in vitro experimentell an mit Säure künstlich erzeugten Läsionen bei Hundezähnen. Es gelang ihnen, zwei prinzipiell unterschiedliche Schichten im so erweichten Dentin nachzuweisen.

Die erste bzw. äußere Schicht war relativ vollständig entkalkt, also weich, und die organischen Dentinteile zerstört. Eine physiologische Rekalzifikation war damit unmöglich. Gelegentlich wurde eine exogene Kalziumablagerung durch Ausfüllung von Ca^{++} - und HPO_4^{---} - Ionen des Speichels beobachtet.

Die zweite tiefer liegende Schicht war nur partiell entkalkt und damit "härter". Die organische Substanz zeigte erste geringe pathologische Veränderungen. Diese Dentinschicht war zu einer Regeneration im Sinne einer Remineralisation fähig.

Für die Praxis hätte diese Tatsache Bedeutung. Es wäre sinnvoll diese Schicht als natürlichsten Pulpaschutz bei der Exkavation zu schonen. In vielen Fällen von Caries profunda erübrigten sich dann weitergehende Behandlungsmaßnahmen wie z. B. direkte Überkappungen.

Leider ist eine eindeutige Differenzierung dieser beiden "kariösen" Dentinschichten makroskopisch, also klinisch, unmöglich.

Diese Feststellungen waren vor gar nicht allzu ferner Zeit recht umstritten. So nahmen MILLER (1890), MAC GREGOR (1961) u. a. an, daß die Erweichung der bakteriellen Invasion vorangeht; während andere (HOWE 1917, KRONFELD 1955) vom Gegenteil überzeugt waren.

ZANDER (1941) differenzierte sogar die akute Karies von der chronischen. Bei akut verlaufenden kariösen Prozessen war auch er der Ansicht, die "Erweichung" ginge der bakteriellen Invasion voraus. Bei chronischer Karies vermutete er, daß primär erst die Bakterien sich ihren Weg in die Tiefe bahnten und sekundär die Erweichung erfolgte.

Diese gegensätzlichen Auffassungen waren sicher überwiegend nur das Ergebnis einer ungenügenden Definition der Erweichung. Setzt man jegliche pathologische Veränderungen des Dentins mit Erweichung gleich (unabhängig von physikalischen Meßwerten), so kommt man immer zur Feststellung, daß die sogenannte Erweichung immer tiefer, also vor der bakteriellen Zone und auch vor möglichen natürlichen Verfärbungen liegt. Letztere sind klinisch, da sie in der Regel bakteriellen Invasionen vorausgehen, einer der wenigen objektiven Anhaltspunkte für infiziert bzw. nicht infiziert, oder wenn man will für "weich" bzw. "hart".

Besonders deutlich kommen diese Tatsachen bei chronisch verlaufender Karies zum Ausdruck. Bei akuter Karies jedoch ist die metrisch erfaßbare Distanz zwischen der hier meist weniger ausgeprägten Verfärbungszone und der Zone der bakteriellen Invasion meist größer.

Kritische Bemerkungen zu Härteprüfungen in Bezug auf die Frage:

"Kariös oder nichtkariös?"

Der Begriff "Härte eines Körpers" ist weder in physikalischer Hinsicht noch im technischen Sprachgebrauch eindeutig festgelegt.

Härte wird im allgemeinen definiert als der mechanische Widerstand gegen das Eindringen eines anderen härteren Körpers. Dabei ist zu unterscheiden, ob es sich beim Eindringen um Einritzen, Einschlagen oder um Eindrücke handelt. Letzteres ist bei den heute am häufigsten verwendeten Härteprüfgeräten der Fall. Entsprechend weichen die ermittelten Härtewerte zahlenmäßig voneinander ab.

Die gebräuchlichste Härteprüfmethode für Untersuchungen von Zahnpräparaten ist die nach KNOOP. Als Eindruckkörper dient eine rhombische Diamantpyramide. Die Knoop Härte ist nicht nur von der Prüflast (100 - 500 p), sondern ebenso wie die Spaltbarkeit auch von der Richtung im Kristall (relativ zu den Achsen) abhängig, da die schmale rhombische Pyramide in verschiedenen Richtungen ungleich schwer in den Prüfling eindringt.

Zu methodisch bedingten Unterschieden, die direkte Vergleiche erschweren, kommen wesentlich schwererwiegende, deren Ursachen im mikrostrukturellen und anatomisch-histologischen Aufbau des Untersuchungspräparats Zahn liegen.

So nimmt bekanntlich die Zahl und auch der Durchmesser der Dentinkanälchen in Richtung Pulpa zu. WANNENMACHER gibt als Orientierungszahlen in der Nähe der Kronenpulpa auf 1 cm² etwa 5 Millionen und in Nähe der Schmelz-Dentingrenze etwa 3 Millionen Dentinkanälchen an. Selbstverständlich weist jede Zahnart andere Werte auf, aber hier geht es nur um die prinzipielle topographische Verteilung.

Der Durchmesser der Dentinkanälchen ist in Pulpanähe außerdem am größten und beträgt ca. $0,8 - 4,8 \mu$ (KETTERL 1961). Mit anderen Worten: die organische Matrix des Dentins nimmt in Richtung Pulpa zu und die anorganischen Anteile nehmen ab.

Da die Härte vom letzteren abhängig ist, werden die Härtewerte ebenfalls kleiner. Entscheidend für die Dentinhärte ist damit überwiegend die submikroskopische Dentinstruktur. Untersuchungen von J. HÖHLING (1965) ergaben, daß die Dentinhärte zunimmt, je dichter, d. h. lückenloser die Apatitkristallite als Träger der organischen Substanz gelagert sind. Durch Mikroanalysen konnte aber auch nachgewiesen werden, daß Calcium nicht nur in Form von Hydroxylapatit oder von Fluorhydroxylapatit, sondern teilweise auch als Calciumcarbonat vorkommt. Eine mechanisch geringere Festigkeit bzw. eine geringere Härte kann folglich auch auf einer Einlagerung amorphen Calciumcarbonats in den Lücken zwischen den Apatitkristallen beruhen.

Sie ist also nicht in jedem Fall vom wirklichen Ca - Gehalt abhängig.

Auch auf Grund dieser Untersuchungen, ganz abgesehen von den schon erwähnten topographisch-anatomischen Besonderheiten der Zähne, ist es zweifelhaft, genaue Aussagen über den Mineralisationsgrad bzw. Demineralisationsgrad der Zahnsubstanzen mit Kleinlasthärteprüfern zu machen.

IV. Untersuchungen an vollständigen Zähnen

1. Material und Methoden ,

Bei einem Teil der Zähne wurden die kariösen Stellen am ganzen Zahn mit Fuchsin-Propandiol-Lösung durchtränkten Wattepellets 5 sec. gefärbt und anschließen 1 - 2 min. unter fließendem Wasser gewaschen. Diese Zähne wurden dann maschinell in Schnitte (ca. 1,5 mm) zersägt. Dazu wurde eine wassergekühlte Kreissägemaschine für Hartsubstanzen verwendet.

Die Sägeflächen der Schnitte wurden dann möglichst parallel zu den Dentinkanälchen auf mit Wasser gespülten rotierenden Schleifsteinen (Körnung 1000) geschliffen.

Anschließend wurde mit destilliertem Wasser gespült und das Präparat vorsichtig von Hand mit Schlemmkreide auf einer Glasplatte poliert. Die Tiefe der Fuchsinfarbmarkierung wurde mikroskopisch gemessen. Sodann wurde der Schnitt nochmals mit Fuchsinlösung nachgefärbt (5 sec.) und wieder mikroskopisch gemessen. (Tabelle 2, Abb. 4)

2. Ergebnisse und Diskussion

Abb. 4

A) Schnitt nach Färbung
kariöser Läsionen an
frisch extrahierten
Zähnen in toto mit
fuchsingetränkten
Wattepellets (5 sec.)

B) derselbe Schnitt (A)
nach der Nachfärbung (5 sec.)

A= Distanz zwischen Farbmarkierung
bei Färbung in toto u. gesundem
Dentin

B= Distanz zwischen Farbmarkierung
bei Nachfärbung u. gesundem
Dentin

C= Gesamtschichtdicke der 1. Färbung

D= Kariöse Anteile, die bei Nachfärbung zusätzlich erfaßt wurden

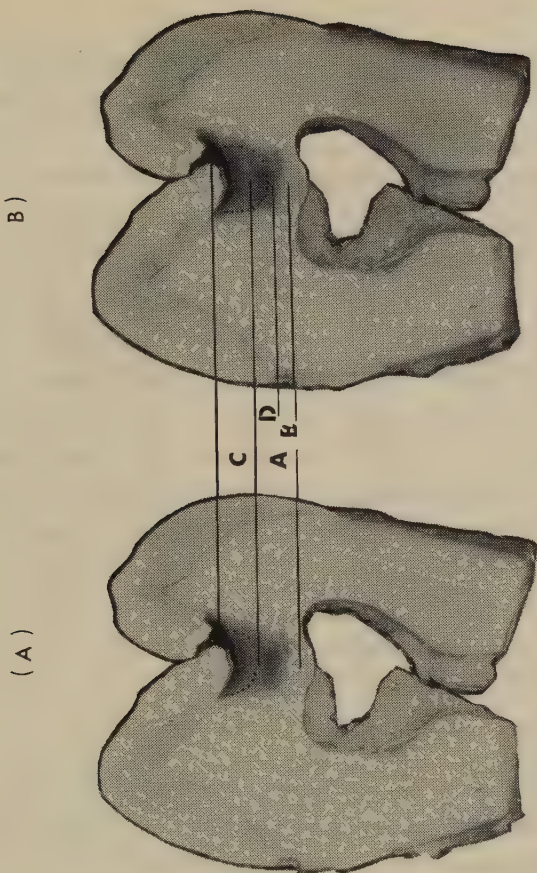


TABELLE 2

Metrische Auswertung: (Alle Angaben in μm)

		A	B	C	D	C ϕ = 1070,31
Präparat-Nr.	1	1950	800	150	1250	
	2	800	450	450	950	
	3	2050	950	1100	1000	
	4	1300	525	825	1550	
	5	1475	750	825	1250	
	6	1350	400	950	1450	
	7	1850	1100	750	1300	
	8	1350	600	750	1200	
	9	1025	900	125	1050	
	10	2250	830	1420	875	
	11	1350	550	800	775	
	12	2100	1100	1000	900	
	13	1875	1050	825	1150	
	14	975	525	450	1600	
	15	1950	1125	825	800	
	16	1500	650	850	925	

Schon makroskopisch fiel die Diskrepanz zwischen der ersten Farbmarkierung und der nach Nachfärbung am Sägeschnitt auf. Augenfällig war auch die relativ gleiche Tiefe der ersten Farbmarkierung (durchschnittlich 1070,31 μ) bei verschiedenen Zähnen.

Aus diesen Untersuchungen ergab sich, daß die Diffusion der Farblösung bei größeren Schichtdicken kariösen Materials und Färbung am ganzen Zahn, im Gegensatz zu histologischen Schnitten oder Schliffen, nicht ausreichte, um alles avitale infizierte kariöse Dentin sicher zu erfassen.

Die Zeit der ersten Farbeinwirkung (5, 15, 35 oder 60 sec.) ist dabei von untergeordneter Bedeutung.

Fuchsin-Propandiol Färbungen und Zustand der organischen Dentinbestandteile

Für die differenzierende Färbung kariös veränderter Dentinschichten mit 0,5 %iger basischer Fuchsin-Propandiol-Lösung nach FUSAYAMA bieten sich folgende Erklärungsmöglichkeiten an.

Im Laufe des kariösen Prozesses wird die organische Dentinmatrix durch Demineralisation der anorganischen Anteile praktisch mehr oder weniger freigelegt. Eine direkte Anfärbung wäre so denkbar. In diesem Falle müßte logischerweise auch die von FUSAYAMA (1972) beschriebene zweite teildemineralisierte kariöse Dentinschicht zumindest eine gewisse Farbeinwirkung zeigen. Seine Untersuchungen und auch unsere zeigten, daß dies nicht der Fall ist.

Wahrscheinlicher ist es, daß die Affinität des Farbstoffs zur ersten oberflächlicheren Schicht des kariösen Dentins abhängig ist von weitestgehenden Auflösungs- und Desorganisationsprozessen der organischen Dentinanteile in Verbindung mit einem niedrigem pH - Wert. Auffällig war auch, daß im Bereich der färberisch erfaßten Anteile des kariösen Dentins regelmäßig Mikroorganismen zu finden waren.

Die von HARNDT (1960) festgestellte Phosphatasenaktivitäten beschränken sich ebenfalls auf diese Zone fortgeschrittenen Dentinzerfalls. Deutliche Phosphatasenreaktionen waren offensichtlich auch nur soweit zu finden, wie auch Mikroorganismen nachweisbar waren, d. h. bis zur Zone der bakteriellen Invasion.

Im Bereich beginnender Entkalkung (entspricht der zweiten teildemineralisierten Dentinschicht bei FUSAYAMA) lassen sich keine Phosphatasen und auch keine Bakterien nachweisen, obwohl schon geringfügige Ver-

änderungen der Ultrastrukturen der Ododontoblastenfortsätze sowie gelegentliche Melaninablagerungen beobachtet werden konnten (SINICYN, JAICERA, 1971).

Zu vergleichbaren Ergebnissen kam schon 1956 NAUJOKS. Er untersuchte das Verhalten der sauren Phosphatasen bei der Mineralisation der Zahnschmelzen und Auflösung (Milchzahnresorption und Karies) an mit Zitratpuffer (MAJNO, RONILLER, 1951) entkalkten Präparaten. So berichtete er u. a. über eine deutliche positive Reaktion in Randbezirken kariösen Dentins, die zur Pulpa hin abnimmt.

Zusammenfassend kann vermutet werden, daß die Anfärbung infizierten kariösen Dentins mit 0,5 %iger basischer Fuchsin-Propandiol-Lösung abhängig ist von weitestgehenden Auflösungs- und Desorganisationsprozessen der organischen Matrix des Dentins bei Anwesenheit von Mikroorganismen, und daß sich dies mit der Zone nachweislich positiver Phosphatasenreaktionen deckt.

An welche organischen Elemente sich in diesem Bereich der kariösen Läsion der Farbstoff im einzelnen anlagert, müßten weitergehende Untersuchungen ergeben.

V. Klinische Untersuchungen

1. Material und Methoden

Aus den Färbeergebnissen an extrahierten Zähnen wurde ersichtlich, daß die basische Fuchsin-Propandiol-Lösung in kariöses Material nur bis zu einer durchschnittlichen Tiefe von 1 mm einzudringen vermag. Auf Grund dieser Tatsache wurde bei den klinischen Farbversuchen auf eine Applikation der Farblösung vor einer Exkavation des kariösen Materials verzichtet. Die Färbung wurde praktisch nur zur Kontrolle vorgenommen, ob eventuell noch kariöses Dentin färberisch in der Kavität nachweisbar ist oder nicht.

Gefärbt wurde die getrocknete exkavierte Kavität wiederum 5 sec. mittels eines mit der Farblösung getränkten Wattepellets. Anschließend wurde die Kavität mit dem Wasserspray von überschüssiger Farblösung befreit und auf angefärbte Dentinanteile hin kontrolliert.

Der klinische Befund, das Färbeergebnis sowie die subjektive Beurteilung der Farbmethode nach FUSAYAMA durch den Behandler wurden auf folgendem Testblatt festgehalten.

Färberische Diagnostik kariöser Hartsubstanzen

Pat. Name:

Zahnarzt:

Zahn:

Lokalisation des Defektes:

Färbung (5 sec.) am:

Färbung nach Exkavation herkömmlicher Methode als Kontrolle

a) färberisch kein infiziertes kariöses Dentin mehr nachweisbar:

b) färberisch kariöses Dentin noch nachweisbar:

Kariestyp - nach zeitlichem Verlauf a) Caries acuta:

b) Caries chronica

nach Zerstörungsgrad

a) Caries superficialis:

b) Caries media:

c) Caries profunda:

Beurteilung des Färbeergebnisses: gut:

befriedigend:

unbefriedigend:

TABELLE 3

2) ERGEBNISSE UND DISKUSSIONAuswertung der Testblätter.

Nr. der Versuchsfärbung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	gesamt					
Färbung positiv	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	42				
Färbung negativ																																																										10
Caries acuta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	23				
Caries chronica																																																										29
Caries superficialis																																																										52
Caries media	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4				
Caries profunda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	26				
Färb-Ergebnisse																																																										22
gut																																																										31
befriedigend																																																										11
unbefriedigend																																																										52
																																																										+10

nicht
auswertbar

- a) Von den 52 erfassten klinischen Färbungen waren 42 positiv und 10 negativ in Bezug auf noch vorhandene Reste infizierten kariösen Materials innerhalb der Kavität.
- b) Das Verhältnis von färberisch positiv ansprechender Caries acuta zur chronica betrug 50 : 50 (absolut 21 zu 21 Färbungen).
- c) Das Verhältnis von färberisch negativ ansprechender Caries acuta zur chronica betrug 25 : 100 (absolut 2 zu 8 Befunden).
- d) Rund 80 % der Behandler fanden die Färb-Ergebnisse gut bzw. befriedigend.
- e) Negative toxische Einwirkungen der Farblösung auf die Pulpa konnten nicht beobachtet werden.

Knapp 3/4 aller kontrollierten und vorher nach üblichen klinischen Beurteilungskriterien exkavierten kariösen Läsionen zeigten noch geringe Reste infizierten kariösen Materials. Diese etwas überraschend hohe Zahl mag eventuell auf eine gewisse negative Auswahl der angefärbten Kavitäten zurückzuführen sein. Die meisten der Behandler (Kons. Kurs-Studenten) griffen oft in Zweifelsfällen zur Selbstkontrolle auf diese diagnostisch differenzierende Färbemethode zurück.

Das Verhältnis von 25 : 100 zwischen färberisch negativ ansprechender akuter und chronischer Karies läßt sich mit gewisser Einschränkung (Zahl der absoluten Befunde) auch aus der metrischen Auswertung der vorausgegangenen Zahnschnittuntersuchungen erklären. Es hatte sich dabei herausgestellt, daß die histologisch nachweisbare kariöse Dekalzifikation, die der eigentlichen bakteriellen Invasion vorausgeht, in ihrer Ausdehnung im Regelfall um einiges mächtiger ist bei akut ablaufenden kariösen Prozessen als bei chronischer Karies. Anders ausgedrückt, die Distanz zwischen gesundem Dentin, dem sich diese bakterienfreie zur physiologischen Rekalzifikation fähige kariöse Dentinschicht anschloß, und den bakteriell infizierten Dentinanteilen ist größer. Die zur Rekalzifikation fähige Schicht sollte nach Möglichkeit bei der konservierenden Versorgung weitgehend geschont werden. Da sie aber auch "weich" sein und Verfärbung zeigen kann, wird diese Schicht meist mehr oder minder bewußt entfernt. Dabei werden bei der akuten Karies in der Regel auch alle infizierten Anteile mit beseitigt, im Gegensatz zur chronischen Karies, bei der die Distanz zwischen gesundem Dentin und der Zone der bakteriellen Invasion wesentlich geringer ist. Daß hier bei den üblichen und nicht sehr objektiven klinischen Beurteilungskriterien in Krypten und Nischen eventuell infizierte Dentinreste zurückbleiben können, verwundert sicher nicht.

VI. Schlußfolgerungen

Die von FUSAYAMA entwickelte histologische Farbmethode zur differenzierten Darstellung von bakteriell infiziertem, avitalem und bakterienfreiem kariösem Dentin mit einer 0,5 %igen basischen Fuchsin-Propandiol-Lösung wurde auf eine mögliche Anwendung in vivo hin untersucht. Die Ergebnisse der Vorversuche in vitro an Zahnschliff- bzw. an Zahnschnittpräparaten sowie halbierten Zähnen decken sich im wesentlichen mit den Beobachtungen des oben genannten Autors.

1. Gesundes Dentin, beginnende Erweichung und partielle Demineralisation, natürliche Verfärbung und bakterielle Invasion wurden ziemlich regelmäßig in dieser typischen Reihenfolge gefunden.
2. Die Fuchsinfarbmarkierung erfaßte die bakteriell infizierten, weitestgehend zersetzten Dentinanteile und lag vor beziehungsweise in Höhe der natürlichen Verfärbungen.
3. Eine klare Differenzierung zwei verschiedener Schichten kariösen Dentins ist feststellbar:
 - a) Die nicht rekalkifizierbare äußere kariös entkalkte Dentinschicht. Sie ist bakteriell infiziert, die organische Matrix zersetzt und damit biologisch tot. Dieser Anteil des kariösen Prozesses wurde in der Regel durch die 0,5 %ige basische Fuchsin-Propandiol-Lösung eindeutig färbereich markiert.
 - b) Darauf folgte eine Schicht kariösen Dentins, die beginnende Erweichung und partielle Demineralisation durch Einwirkung überwiegend saurer bakterieller Stoffwechselprodukte zeigte. Bakterien waren nicht mehr nachweisbar. Hier fanden sich auch mehr oder minder ausgeprägte Verfärbungen bedingt durch Zerfall von Thyrosin und Umwandlung in Melanin. Diese Schicht ist noch zu einer vitalen Reaktion im Sinne einer aktiven Remineralisation fähig.

4. Die meßbare Distanz zwischen dem tiefen Punkt beginnender Erweichung und der Zone der bakteriellen Invasion ist bei akut verlaufenden kariösen Prozessen größer als bei chronischen. Sekundärdentin und natürliche Verfärbung wurden regelmäßiger und ausgeprägter bei chronisch verlaufender Karies festgestellt als bei *Caries acuta*. Das Sekundärdentin wurde meist nicht angefärbt, es war in der Regel auch nicht infiziert.
5. Die Intensität der roten Fuchsinfarbmarkierung war bei akuter Karies deutlich stärker als bei chronischer. Auch schienen ausgeprägte natürliche Verfärbungen die Fuchsin-Propandiol-Färbung bis zu einem gewissen Grade zu blockieren.
6. Signifikante Unterschiede bei Färbung von frisch extrahierten und formalinfixierten Zähnen konnten nicht festgestellt werden.
7. Neue Erkenntnisse brachten Untersuchungen *in vitro* an vollständigen Zähnen. Die kariösen Läsionen dieser Zähne wurden mit Hilfe in Farblösung getränkter Wattepellets angefärbt. Anschließend wurden die Zähne maschinell in rund 1,5 mm starke Schnitte zersägt und die Tiefe der 1. Farbmarkierung metrisch festgehalten. Die selben Schnitte wurden nun nachgefärbt und die Tiefe der 2. Farbmarkierung erfaßt.

Schon makroskopisch fiel sofort die Diskrepanz zwischen der ersten Farbmarkierung und der bei Nachfärbung am Sägeschnitt auf. Augenfällig war auch die relativ gleiche Tiefe der ersten Farbmarkierung (durchschnittlich 1070,31) bei verschiedenen Zähnen. Die Zeit der 1. Farbeinwirkung (5, 15, 30 oder 60 Sekunden) ist dabei praktisch von untergeordneter Bedeutung. Diese Untersuchungen lassen die Annahme zu, daß bei größeren Schichtdicken kariösen Materials und Färbung am ganzen Zahn, im Gegensatz zu histologischen Schnitten oder Schliffen, die Diffusion der Farblösung nicht ausreicht, um alles avitale infizierte kariöse Dentin sicher zu erfassen.

8. Klinische Untersuchungen bestätigen im wesentlichen die Vorversuche an extrahierten Zähnen. Aufgrund der eingeschränkten Diffusion der Farblösung in die Tiefe des kariösen Prozesses wurde bei den klinischen Farbversuchen auf eine Applikation vor einer Exkavation des kariösen Materials verzichtet. Die Färbung wurde praktisch nur zur Kontrolle vorgenommen, ob eventuell noch kariöses Dentin färberisch in der Kavität nachweisbar ist oder nicht.

- a) Von 52 erfaßten klinischen Verfärbungen waren 42 positiv und 10 negativ in Bezug auf noch vorhandene Reste infizierten kariösen Materials innerhalb der Kavität.
- b) Das Verhältnis von färberisch negativ ansprechender Caries acuta zur chronica betrug 25 : 100.
- c) Toxische Einwirkungen der Farblösung auf die Pulpa konnten klinisch nicht beobachtet werden.

Schlußfolgerungen aus den Versuchsergebnissen zeigen, daß eine Färbung mit basischer 0,5 %iger Fuchsin-Propandiol-Lösung zur Verbesserung der Kariesdiagnostik, im Gegensatz zu Zahnschliffpräparaten, klinisch nur bedingt anwendbar ist. Die ursprüngliche Absicht, nichtinfizierte, rekalkifizierbare kariöse Dentinanteile vom übrigen kariösen Material färberisch zu differenzieren und erstere bei der Therapie zu schonen, speziell bei Caries profunda, um weitergehende endodontische Behandlungsmaßnahmen zu umgehen; läßt sich praktisch kaum verwirklichen.

Eine gute diagnostische Hilfe hingegen kann diese Färbemethode in solchen Fällen sein, wo die Differenzierung der kariösen Dentinschichten mit üblichen klinischen Beurteilungskriterien, also Verfärbungen und Härteprüfung mittels Sonde, nicht genügt.

VII. Zusammenfassung

Nach wie vor wird gefordert, erweichtes kariöses Dentin zum Zwecke der Zahnerhaltung vollständig zu entfernen. Die üblichen klinischen Beurteilungskriterien bergen bekanntlich Fehlermöglichkeiten.

Die sichere Differenzierung physiologisch rekalkifizierbaren (= nicht infizierten vitalen) und physiologisch nicht rekalkifizierbaren (= infizierten avitalen) kariösen Dentins ist in vitro mit einer 0,5 %igen basischen Fuchsin-Propandiol-Lösung möglich.

Durch histologische Untersuchungen an frisch extrahierten menschlichen Zähnen wurde die Relation der Farbmarkierung zu den einzelnen Schichten kariösen Dentins festgestellt. Es zeigte sich, daß an Zahnschnitt- bzw. Zahnschliffpräparaten kariöses Dentin bis zur Zone der bakteriellen Invasion in der Regel sicher färberisch erfaßt wurde. Neue Erkenntnisse brachten Untersuchungen in vitro an vollständigen Zähnen. Sie lassen die Annahme zu, daß bei größeren Schichtdicken kariösen Materials und Färbung am ganzen Zahn, im Gegensatz zu histologischen Schnitten oder Schliffen, die Diffusion der Farblösung nicht ausreicht, um alles avitale infizierte kariöse Dentin sicher zu erfassen.

Klinische Untersuchungen bestätigen im wesentlichen diese Vorversuche in vitro.

Daraus ergibt sich die Schlußfolgerung, daß eine Färbung mit 0,5 %iger basischer Fuchsin-Propandiol-Lösung zur Verbesserung der Kariesdiagnostik klinisch nur bedingt anwendbar ist.

VIII. SCHRIFTTUM

- | | | | |
|---|---|---|----------------------|
| Allred, M. | The staining of the lipids in carious human dentine. | Arch. oral. Biol. <u>14</u> : 271 - 276 | 1969 |
| Bruns, M. G. | Ätiologie und Pathogenese der Karies, an Hand der Literatur unter besonderer Berücksichtigung der Bakteriologie. | Med. Diss. Düsseldorf | 1971 |
| Csernyei, J. | Die Zahnkaries, ein biochemischer Prozess.
Zahn- und Kieferheilkunde in Vorträgen.
<u>4</u> , 36, | | 1950 |
| Eggers-Lura, H. | 1. Die Enzyme des Speichels und der Zähne.
München
2. Biochemie und der Stoffwechsel der harten Zahngewebe.
Dtsch. zahnärztl. Z. <u>4</u> , 937
3. Die Bedeutung der Enzyme für die Kariespathogenese.
Zahn-, Mund- und Kieferheilk. in Vorträgen, <u>4</u> , 48 | | 1949
1949
1950 |
| Fusayama, T.
Okuse, M.
Hosoda, H. | Relationship between hardness, discoloration and microbial invasion in carious dentin. | J. Dent. Res. <u>45</u> : 1033 - 1046 | 1966 |
| Fusayama, T. | Structure and removal of carious dentin. | Int. dent. J., Volume 22 No. 3 - Sept. | 1972 |
| Fusayama, T.
Terashima, S. | Differentiation of two layers of carious dentin by staining.
The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University.
Vol. 19, No. 1 pp. 83 92 March | | 1972 |

- Mac Gregor, A. B. The position and Extent of Acid in the Carious Process.
Arch, oral, Biol., 4 : 86 - 91 1961
- Mac Gregor, A. B.
Marsland, E. A.
Batty, J. Experimental studies of dental caries.
I. The relation of bacterial invasion to softening of dentine.
Brit. dent. J. 101, 230 - 235 1956
- Harndt, R. Lokalisation der Phosphatosen in den normalen und kariös veränderten Zahnsubstanzen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 904 - 909 1960
- Haug, H. Leitfaden der mikroskopischen Technik.
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1959
- Höhling, M.-J.
Katterbach, R.
Vogel, H. Elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Aufklärung der strukturellen Veränderungen bei der Dentinkaries.
Dtsch. Zahnärztebl., 19, 197 - 206 1965
- Höhling, M.-J. Bauelemente von Zahnschmelz und Dentin aus morphologischer, chemischer und struktureller Sicht.
Carl Hanser Verlag, München 1966
- Hovis, D. Stains of the enamel and dentin their causes and treatment.
Georgetown D. J., 23 : 21 - 24 May 1957
- Howe, P. R. A method of sterilizing and at same time impregnating with a metal affected Dental Tissue. (Silver Nitrate)
Dent. Cosmos, 59 : 891 1917

- Kato, S.
Fusayama, T. Recalcification of artificially decalcified
dentin in vitro.
J. Dent. Res. 49: 1060 - 1067 1960
- Kaquelar, J. C. et. al. In vitro remineralisation of carious dental
tissues.
I. Remineralisation in vitro of carious
lesions, etched enamel (white spots).
II. Experimental remineralisation in vitro of
carious dentine.
Redød Fr. 2: 76 - 95 Fr. 1968
- Keil, A. Anatomie und Pathologie der Zahnhartsub-
stanzen im Lichte neuerer mikroskopischer
Forschungsergebnisse.
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk.
25: 177 - 190
- Ketterl, W. 1. Studie über das Dentin der permanenten
Zähne des Menschen.
Stoma. 3, 79 1961
2. Morphologische Untersuchungen über das
Dentin der Milchzähne.
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 652 1965
- König, K. Möglichkeiten der Kariesprophylaxe beim
Menschen und ihre Untersuchungen im kurz-
fristigen Rattenexperiment.
Kapitel 5 und 6.
Huber-Verlag Bern/Stuttgart 1966
- Koulourides, Th. Remineralisation of enamel and dentin.
Dent. Clin. of North Amer. S. 485 1962
- Kröncke, A.
Naujoks, R. Biochemische Speicheluntersuchungen.
Untersuchungen über Phosphato im Speichel
kariesresistenter und kariesanfälliger Perso-
nen.
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk.
17, 202 1952

- Plathner, C. H. Die natürliche Pulpenüberkappung.
Öst. Z. Stomat. 58, 18 1961
- Plathner, C. H. Die Frage der Therapie der Caries Profunda.
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk.
17: 286-308 1953
- Prime, J. M. Controlling dental caries.
J. Amer. dent. Ass. (Dental Cosmos)
24: 1950-1961 1957
- Rebel, H. H. Konservierende Zahnheilkunde.
S. 63/64/65
Carl Hanser Verlag, München 1947
- Rickles, N. H. Direct staining of carious teeth for protein
Weigel, R. M. and ph-reaction
J. Dent. Res. 38: 635 1959
- Schmidt, W. J. Die gesunden und die erkrankten Zahngewebe
Keil, A. des Menschen und der Wirbeltiere im Polari-
sationsmikroskop.
S. 297-353
Carl Hanser Verlag, München 1958
- Seiller, W. Über Vickers-Mikrohärtemessungen am Schmelz,
Dentin und Zement.
Öst. Z. Stomat. 6: 222 1973
- Sinicyn, R. G. Histochemische Bestimmung von Tyrosin, Me-
Zaicera, A. P. lanin und Sulphydril-Gruppen im Dentin bei
initialer Karies.
Stomatologiya (Mosk.) 50/H. 21 1971
- Sognaes, R. F. Histochemical observations on enamel and
Wislocki, G. B. dentine under-going carious destruction.
oral. Surg. 3: 1283-1296 1950

- Symons, N. B. Electron microscopic study of the tubules in human carious dentine.
Arch. oral. Biol. 15: 239-51 Mar. 1970
- Takuma, S.
Kurahashi, J. Electron-microscopy of various zones in a carious lesion in human dentine.
Arch. oral. Biol. 7: 439-453 1962
- Walkoff, O.
Hess, W. Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde. S. 72/73
J. A. Barth-Verlag, Leipzig 1960
- Wirthlin, M. R.
Milton, R. Acid-reaction stains, softening and bacterial invasions in human carious dentine.
J. Dent. Res. 49: 42-46 1970
- Zander, M. A. Use of silver-nitrate in the treatment of carious.
J. Amer. dent. Ass. 28: 1260 1941

LEBENS LAUF

1. Persönliche Daten:

Name: Lutz-Dietrich Schubert

Geboren: 26. Dezember 1944 in Hohenmölsen

Staatsangehörigkeit: deutsch

Familienstand: verheiratet

2. Schulbildung:

Volksschule: 1952 - 1960

Erweiterte Oberschule: 1960 - 1964

Abschluß: Abitur (April 1964)

3. Fremdsprachen:

Schulkenntnisse in Englisch, Latein, Russisch

4. Berufsausbildung:

Studium der Zahnmedizin 1965 - 1971,

Martin - Luther - Universität Halle - Wittenberg.

5. Berufspraxis:

Einsatzgebiet:

- | | | |
|----|-------------------|--------------------------------------|
| 1) | Assistenzzahnarzt | Bezirkskrankenhaus Halle - Dölau |
| | | 1. 1. 1972 - 30. 7. 1972 |
| 2) | " | Zahnarzt Pick, Neumarkt / Opf. |
| | | 1. 10. 1972 - 30. 3. 1973 |
| 3) | " | Universitäts - Kieferklinik Erlangen |
| | | 11. 5. 1973 |

